WELLENLÄNGEN-NORMALEN IM ULTRAROT VON QUECKSILBER, ZINK, CADMIUM

ULTRAROTE BERYLLIUMLINIEN

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
EINGEREICHT BEI DER HOHEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN FAKULTÄT DER
UNIVERSITÄT TÜBINGEN

VON

THEO VOLK

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

DRUCK VON B. G. TEUBNER IN DRESDEN 1914

Angenommen von der Fakultät
am 28. Juli 1913.

MEINEN LIEBEN ELTERN!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553607_0012

Im Frühjahr 1911 erschien eine kürzere Abhandlung von Felix Biske[1]), in der dieser eine Theorie entwickelte, die sich mit dem Einfluß der Bildkrümmung bei Arbeiten mit Gittern beschäftigt. Seiner Ansicht nach mußte die Bildkrümmung bei Gittermessungen im Ultrarot, bei denen die Konstante der Versuchsanordnung bisher immer auf okulare Einstellungen einer genau bekannten Linie des sichtbaren Spektrums zurückging, eine erhebliche Fehlerquelle bedeuten. Nachdem ich auf Veranlassung von Herrn Prof. Paschen besondere Versuche[2]) in dieser Richtung anstellte, bei denen einwandfrei erwiesen wurde, daß die Bildkrümmung das Resultat, wenn auch in viel geringerem Maße, als nach Biske zu erwarten war, fälscht, erschien es wünschenswert möglichst sichere ultrarote Normalen einiger Spektren festzulegen.

Es kam zunächst darauf an, die Fehler der Bildkrümmung zu eliminieren. Nach den Erörterungen[3]) zu den vorerwähnten Versuchen ist bei vollständig bolometrischen Messungen, also ohne jede Zuhilfenahme okularer Einstellungen, der Fehler der Bildkrümmung von selbst eliminiert. Da zu der genauen Bestimmung der Konstanten der Versuchsanordnung von höheren Ordnungen einer Linie des sichtbaren Spektrums ausgegangen werden mußte, war die möglichst große Empfindlichkeit der Versuchsanordnung Bedingung.

1) Annalen der Physik **34** S. 971, 1911.
2) Annalen der Physik **36** S. 191, 1911.
3) Annalen der Physik **36** S. 191, 1911.

Benützt wurde wieder der von H. M. Randall[1]) beschriebene, nach den Angaben von Herrn Prof. Paschen konstruierte Vakuumspektrograph. An Stelle der bei den oben erwähnten Versuchen benützten Thermosäule wurde das empfindlichere Linearbolometer mit zwei nebeneinander liegenden Platinstreifen von $^1/_{1000}$ mm Dicke und 0,35 mm Breite bei den Messungen an Quecksilber, bzw. 0,15 mm Breite bei den Messungen an Zink, Cadmium, den Quecksilber-Doppellinien und den Berylliumlinien angewandt.

Eine weitere sehr wesentliche Steigerung der Empfindlichkeit wurde durch Evakuieren des Apparates erreicht. Zu diesem Zweck wurde der Apparat mit einer Quecksilber-Hochvakuumpumpe nach Gaede verbunden. Der Grad der Verdünnung konnte an einer dazwischen geschalteten Entladungsröhre beobachtet werden. Nachdem anfangs das Dichten des Apparates erhebliche Schwierigkeiten bereitete, gelang es schließlich bis zur Dunkelentladung der Geißlerröhre zu evakuieren und das Vakuum wochenlang unverändert zu halten. Eine sehr gute Kontrolle für die Unveränderlichkeit des Vakuums ergab das Bolometer. Schon bei der geringsten Undichtigkeit, die an der Entladungsröhre erst nach Tagen in Erscheinung trat, änderte sich die Einstellung des Bolometers stetig: das Galvanometersystem fing an zu „wandern".

Das Vakuum hatte noch einen anderen Zweck: Bekanntlich gelten die Seriengesetze der Linienspektren für die Wellenzahlen, d. h. die reziproken Werte der aufs Vakuum reduzierten Wellenlängen. Die Reduktion der ultraroten Wellenlängen von Luft auf Vakuum geschieht bisher durch Extrapolation der die Kayser-Rungeschen Beobachtungen

1) Annalen der Physik **33** S. 739, 1910. Astrophysical Journal, July 1911.

über die Dispersion der Luft darstellenden Formel. Die direkte Beobachtung der Vakuumwellenlängen vermeidet diese Extrapolation. Bei der Berechnung der Luftwellenlängen ist sie dagegen wieder anzuwenden. Wenn meine Vakuumwellenlängen von Paschens Resultaten abweichen, kann dies mit an der unbekannten extrapolierten Dispersion der Luft liegen.

Das Bolometer war verbunden mit einem der empfindlichsten Galvanometer nach Paschen, dessen Normalempfindlichkeit in Luft (nicht evakuiert) zu 10000 Skalenteilen Ausschlag für 10^{-6} Amp. Strom, bei 10 Sek. ungedämpfter Schwingungsdauer, 2 m Skalenabstand, 1 Ohm Galvanometerwiderstand bestimmt wurde. Praktisch wurde mit einer Schwingungsdauer von 7,5 Sek. gearbeitet. Das Galvanometer zeichnete sich aus durch eine besonders gute Ruhelage des Systems. Um aber absolut frei von jeder äußeren Störung zu sein, wurden sämtliche Messungen bei Nacht ausgeführt.

Ein weiterer Vorteil des Arbeitens im Vakuum war die durch das Vakuum bedingte Elimination der Temperatur. Um darüber bestimmten Aufschluß zu erhalten, wurden besondere Messungen ausgeführt. Es wurde mit der Linie Hg 10142.88 1. Ordnung die Konstante C des Apparates bestimmt, einmal bei 14,5°, dann bei 16,5° und zuletzt bei 18° Celsius. Die Temperatur wurde dabei an einem in ein Quecksilbernäpfchen, dessen Quecksilber mit der unbestrahlten Wand des Apparates in Berührung stand, tauchendes Thermometer abgelesen. Es wurden aus den Messungen folgende Resultate berechnet:

Temp.:	14,5°	16,5°	18°
Konstante C:	**35180,5**	35180,5	**35181,6** A°.

Man sieht hieraus, daß eine Temperaturänderung um 3,6° bei 35000 A eine maximale Wellenlängenänderung um 1,1 A

ergibt, bei 10000 A also um 0,3 A°. Nun ist sicher, daß solch große Temperaturschwankungen am Apparat nicht auftraten, da die Temperatur des Zimmers möglichst konstant gehalten wurde. Die Temperatur kann also bei der angegebenen Größe des „möglichen Fehlers“ unberücksichtigt bleiben.

Als Lichtquelle für die Quecksilbermessungen wurde eine Quarz-Quecksilber-Dampflampe benützt, die einmal evakuiert, bei intensiver Kühlung der Elektroden mit Wasser, dauernd mit 60 Volt 17 Amp. belastet werden durfte. Das Licht wurde mittels versilberter Plan- und Hohlspiegel auf den Spalt konzentriert, und das Bolometer mittels Lupe scharf eingestellt. Für die Messungen an Zink und Cadmium standen Quarzlampen nach Stark und Küch von Heräus mit Zink- bzw. Cadmiumfüllung zur Verfügung. Diese Lampen ergeben bei einiger Vorsicht beim Anzünden und möglichst guter Kühlung der Elektroden besonders für bolometrische Messungen sehr gute Lichtquellen. Sie wurden dauernd mit 220 Volt 6,5 Amp. betrieben und waren ständig mit der Hochvakuumpumpe in Verbindung; Verunreinigungen, hauptsächlich durch Quecksilber, verschwanden nach längerem Brennen unter ständigem Pumpen vollständig. Um das störende Festsetzen der kondensierten Metalldämpfe in der Ansatzkapillare zu vermeiden, wurde diese mit einer Platinspirale umgeben und mit dem Hauptstrom geheizt. So brauchten diese Lampen keinerlei Wartung während des Brennens.

Um das Spektrum des Berylliums zu erzeugen, wurde eine Siemens-Schuckert-Selbstregulierlampe benützt. Die positive Kohle wurde ausgebohrt und mit einem als besonders geeignet gefundenen Gemisch von Berylliumoxyd (erhalten durch Schmelzen und Zersetzen von Berylliumnitrat), Kaliumnitrat und Kohlepulver gefüllt. Die Lampe brannte mit ca. 15 Amp. ziemlich konstant und wurde von einem

Gehilfen ständig bedient. Abgebildet mittels Quarzlinse, Plan- und Hohlspiegels wurde auf dem Spalt nur der Bogen. Durch eine geeignete Blende und bei ständigem Regulieren der Linsenstellung wurden die Kohlen mit besonderer Sorgfalt von der Abbildung ausgeschlossen, so daß die gefundenen Linien, nach Ausscheidung der im Bogen vorhandenen Verunreinigungen, sicher Berylliumlinien sind.

Die Berechnung des Ablenkungswinkels am Gitter geschah bei den Messungen an Hg, Zn und Cd durch graphische Darstellung der beobachteten Galvanometerausschläge in „Energiekurven“.[1]) Das Resultat einer „Energiekurve“ ist das Mittel aus dem maximalen Schnittpunkt der Kurve oben und dem berechneten Mittel aus den beiden Schnittpunkten der Kurvenzweige mit der O-Linie unten. Der halbe Wert der Differenz zwischen der Einstellung einer Linie links und rechts vom unabgelenkten Bilde ergibt den Ablenkungswinkel α. Das unabgelenkte Bild wurde nicht benützt. Zur Berechnung der Wellenlänge λ gilt:

$$\lambda = \frac{C \,.\, \sin \,.\, \alpha}{n}, \text{ in } n^{\text{ter}} \text{ Ordnung.}$$

Die Konstante C des Apparates wurde bolometrisch mit 5462,46 2. und 3. Ordnung bei Quecksilber, mit 10142,88 1. Ordnung bei den Quecksilber-Doppellinien, Zink, Cadmium und Beryllium bestimmt. Solange am Apparat nichts geändert wurde, blieb die Konstante C unverändert, was eine Bestätigung fand in der Übereinstimmung zeitlich weit auseinanderliegender Bestimmungen einiger Hauptlinien der untersuchten Elemente. Hat man eine Doppellinie vor sich, so läßt sich dies an der Verbreiterung der Energiekurven erkennen und das Gesamtmaximum nach einiger Übung mit Sicherheit festlegen. Den gegenseitigen Abstand der Kom-

1) Annalen der Physik 27 S. 537, 1908.

ponenten findet man, indem man aus den sicher festliegenden Schnittpunkten der Energiekurve mit der O-Linie mittels der gegebenen normalen Breite einer Linie das zugehörige Energiemaximum berechnet.

Die Messungen an Beryllium sind sog. „Einstellungen", das heißt: hat man eine Linie registriert, so wird das Gitter langsam nach einer Richtung gedreht, bis der Ausschlag am Galvanometer ein Maximum wird. Doppellinien werden an zwei getrennten Maximas erkannt. Die endgültig benützten Einstellungen sind das Mittel aus etwa zehn einzelnen Bestimmungen. Der Ablenkungswinkel α ergibt sich als Differenz der gefundenen Einstellung von der Einstellung des unabgelenkten Bildes, das man aus den Energiekurvenbestimmungen für die Konstante erhielt. Der in der Tabelle angegebene „mögliche Fehler" ist die größte Abweichung einer Einstellung vom Mittelwert.

Als ultrarote Linien wurden, nach einem Vorschlage von Prof. Königsberger, die gefundenen Linien bestätigt durch Vorsetzen eines Blättchens Molubdänglanz von ungefähr $^1/_{200}$ mm Dicke, das für ultrarote Strahlen in dem durchmessenen Gebiet zu 50 % durchlässig war, sichtbares und ultraviolettes Licht aber alles absorbierte. Das Blättchen Molubdänglanz verdanke ich Herrn Prof. J. Königsberger.

Als Ausgangswert zur Berechnung der Konstante C wurde benützt:

	λ Luft (20° 760 mm)	λ Vakuum
Rowlands System:	5460,97	5462,46
Internat. „	5460,74	5462,23.

Die Umrechnung der Wellenlängen im Vakuum auf Luft geschah durch Extrapolation der von Kayser und Runge aufgestellten Formel:

$$10^7 \cdot (n_0 - 1) = 2878{,}7 + \frac{13{,}16}{\lambda^2} + \frac{0{,}316}{\lambda^4}.$$

Und:

$$n - 1 = (n_0 - 1)\frac{1}{1 + \alpha t},$$

wo

$$\alpha = 0{,}000367;$$

womit:

$$\lambda \text{ Luft} = \frac{\lambda \text{ Vakuum}}{n}.$$

Daß diese Berechnung gültig ist, konnte durch besondere Versuche erwiesen werden. Es wurde zu diesem Zweck die Wellenlänge Hg 10142 sowohl in Luft als auch im Vakuum genau bestimmt. Die Konstante C wurde hierbei wieder bolometrisch mit Hg 5460,97 bzw. 5462,46 festgelegt, in Luft die Temperatur berücksichtigt und die entsprechende Korrektion angebracht. Man erhielt:

λ Luft = 10140,02
λ Vak. = 10142,88 **Diff. 2,86 A°.**

Die Differenz der gefundenen Werte ist also 2,86 A°. Nach der oben angegebenen Formel ergibt sich als Differenz 2,73, also innerhalb des „möglichen Fehlers“ Übereinstimmung. Die gefundenen Werte für die Wellenlängen sind in den folgenden Tabellen niedergelegt.

Tabelle 1.

Quecksilber.

Einfache Linien: Breites Bolometer, 0,35 mm Breite, $^1/_{1000}$ mm Dicke, 0,025 Amp.
Konstante C: 35182,66 Rowlands System,
: 35181,34 Internat. System.

Doppellinien: Schmales Bolometer, 0,15 mm Breite, $^1/_{1000}$ mm Dicke, 0,025 Amp.
Konstante C: 35184,39 Rowlands System,
: 35183,05 Internat. System.

Die Wellenzahl ist angegeben nach Rowlands System.

Energie	Mögl. Fehler in A°	Bemerkung	Wellenlängen im Vakuum nach Rowlands System	Wellenlängen im Vakuum nach dem Internat. System	Wellenlängen in Luft nach Rowlands System	Wellenlängen in Luft nach dem Internat. System	Wellenzahl r	Wellenlängen in Luft von Paschen nach Rowlands System
3,2	± 0,7	Einfach scharf!	9249,28	9248,93	9246,78	9246,43	10811,65	Neue Linie!
3,4	± 0,7	„ „	9436,26	9435,90	9433,71	9433,35	10597,42	„ „
4,3	± 0,7	„ „	9845,19	9844,82	9842,54	9842,17	10157,24	„ „
5,7	± 0,7	„ „	9978,06	9977,68	9975,37	9974,99	10021,99	„ „
460	± 0,2	„ „	10142,88	10142,48	10140,15	10139,75	9859,13	10140,10
260	± 0,2	„ „	11290,53	11290,08	11287,49	11287,04	8856,98	11287,63
10	± 0,3	Doppelt! 5,5 A°	11891,32	11890,86	11888,12	11887,66	8409,49	11887,15 (10 A°)
8,5	± 0,3	„ 14 A°	12023,94	12023,48	12020,70	12020,24	8316,74	12020,71 (7 A°)
6,5	± 0,3	„ 3 A°	12075,34	12074,88	12072,09	12071,63	8281,34	12070,75 (6 A°)

Energie	Mögl. Fehler in A°	Bemerkung	Wellenlängen im Vakuum		Wellenlängen in Luft		Wellenzahl r	Wellenlängen in Luft von Paschen nach Rowlands System
			nach Rowlands System	nach dem Internat. System	nach Rowlands System	nach dem Internat. System		
6,5	± 0,3	Einfach scharf!	13215,96	13215,46	13212,41	13211,91	7566,61	13208 (± 0,5)
3,5	± 0,3	„ „	13438,76	13438,24	13435,15	13434,63	7441,16	Neue Linie!
115	± 0,3	„ „	13574,76	13574,25	13571,11	13570,60	7366,61	13571,25
160	± 0,3	„ „	13677,19	13676,68	13673,50	13672,99	7311,44	13673,67
56	± 0,3	„ „	13954,76	13954,24	13951,01	13950,49	7166,01	13951,35
93	± 0,3	„ „	15299,94	15299,37	15295,82	15295,25	6535,97	15295,34
21	± 0,3	Doppelt! 3 A°	16926,16	16925,52	16921,63	16920,97	5908,01	16919,04 (einfach scharf)
16	± 0,3	„ 4,5 A°	16947,53	16946,88	16942,98	16942,33	5900,66	16939,57 (einfach scharf)
28	± 0,3	„ 3,5 A°	17077,90	17077,25	17073,32	17072,67	5855,52	17072,26 (6 A°)
22	± 0,3	„ 4 A°	17114,82	17114,17	17110,22	17109,57	5842,89	17109,63 (8 A°)
11	± 0,3	„ 12 A°	17207,33	17206,70	17202,71	17202,08	5811,48	17195 (± 5 A°)
14	± 0,3	Einfach scharf!	17337,96	17337,32	17333,30	17332,69	5767,69	Neue Linie!
10	± 0,7	„ „	18135,69	18135,00	18130,83	18130,14	5513,99	18127,5(± 5A°)
8	± 0,3	Doppelt!	19706,68	19705,94	19701,39	19700,65	5074,42	19692 (± 5A°)
4	± 0,5	Einfach scharf!	22506,17	22505,33	22500,13	22499,29	4443,23	22491 (± 15A°)
7	± 0,5	„ „	23260,58	23259,71	23254,34	23253,47	4299,12	23265 (± 15A°)

Tabelle 2.

Zink.

Schmales Bolometer, 0,15 mm Breite, $^1/_{1000}$ mm Dicke, 0,025 Amp.

Konstante C: 35184,39 Rowlands System,

: 35183,05 Internat. System.

Die Wellenzahl ist angegeben nach Rowlands System.

Energie	Mögl. Fehler in A°	Bemerkung	Wellenlängen im Vakuum		Wellenlängen in Luft		Wellenzahl r	Wellenlängen in Luft von Paschen nach Rowlands System
			nach Rowlands System	nach dem Internat. System	nach Rowlands System	nach dem Internat. System		
70	± 0,3	Einfach scharf!	11057,56	11057,14	11054,58	11054,16	9043,58	11055,37
28	± 0,3	„ „	13057,24	13056,75	13053,73	13053,24	7658,59	13054,89
24	± 0,3	„ „	13154,46	13153,96	13150,92	13150,42	7601,99	13151,50
15	± 0,3	„ „	13200,54	13200,04	13197,99	13197,49	7575,45	13197,79
2,2	± 0,3	„ „	13785,65	13785,13	13781,95	13781,43	7253,92	13784,8
3,5	± 0,3	„ „	13790,31	13789,79	13786,60	13786,08	7251,46	13792,4
15	± 0,3	„ „	14042,83	14042,30	14039,05	14038,52	7121,07	14039,5
4,0	± 0,3	„ „	15684,55	15683,94	15680,33	15679,72	6375,70	15682,1
3,8	± 0,3	„ „	16490,80	16490,17	16486,37	16485,74	6063,99	16490,3
4,0	± 0,3	Doppelt? Komp.	16508,90 16510,10	16508,28 16509,48	16504,47 16505,63	16503,85 16504,01	6056,9	16498,6

Tabelle 3.

Cadmium.

Schmales Bolometer, 0,15 mm Breite, $^1/_{1000}$ mm Dicke, 0,025 Amp.

Konstante C: 35184,39 Rowlands System,

: 35183,05 Internat. System.

Die Wellenzahl ist angegeben nach Rowlands System.

Energie	Mögl. Fehler in A°	Bemerkung	Wellenlängen im Vakuum nach Rowlands System	Wellenlängen im Vakuum nach dem Internat. System	Wellenlängen in Luft nach Rowlands System	Wellenlängen in Luft nach dem Internat. System	Wellenzahl r	Wellenlängen in Luft von Paschen nach Rowlands System
70	± 0,2	Einfach scharf!	10397,75	10397,36	10394,95	10394,56	9617,46	10395,17
28	± 0,3	„ „	13983,07	13982,54	13979,31	13978,78	7151,50	13979,22
23	± 0,3	„ „	14331,87	14331,32	14328,02	14327,47	6977,45	14327,99
8	± 0,3	Doppelt! 4 A°	14476,99	14473,44	14472,10	14472,55	6907,51	14474,62
2,5	± 0,3	Einfach scharf!	14853,86	14853,29	14849,87	14849,30	6732,26	14853,90
14,5	± 0,3	„ „	15159,19	15158,62	15155,12	15154,55	6596,66	15154,78
7,5	± 0,3	„ „	15715,93	15715,34	15711,71	15711,12	6362,97	15713,5
2,5	± 0,3	„ „	16407,77	16407,14	16403,36	16402,73	6094,68	16401,5
6,5	± 0,3	Doppelt! 4 A°	16436,86	16436,23	16432,45	16431,82	6083,89	16433,8
5,7	± 0,3	„ 3,5 A°	16488,78	16488,15	16483,35	16482,72	6064,73	16482,2

Tabelle 4.

Beryllium.

Schmales Bolometer, 0,15 mm Breite, $^1/_{1000}$ mm Dicke, 0,025 Amp.

Konstante C: 35181,30 Rowlands System,

: 35179,96 Internat. System.

Die Wellenzahl ist angegeben nach Rowlands System.

Energie	Mögl. Fehler in A°	Bemerkung	Wellenlängen im Vakuum nach Rowlands System	Wellenlängen im Vakuum nach dem Internat. System	Wellenlängen in Luft nach Rowlands System	Wellenlängen in Luft nach dem Internat. System	Wellenzahl r	Andere Beobachter
50	± 2	Einfach scharf!	10285,7	10285,3	10282,9	10282,5	9722,23	Neue Linie!
40	± 2	„ „	10677,7	10677,3	10674,8	10674,4	9365,31	„ „
70	± 2	„ „	12144,7	12144,2	12141,4	12140,9	8234,04	„ „
40	± 2	„ „	12332,3	12331,8	12329,0	12328,5	8108,79	„ „
60	± 2	„ „	12359,1	12358,6	12355,8	12355,3	8091,20	„ „
60	± 2	„ „	13231,2	13230,6	13227,6	13227,0	7557,92	„ „
30	± 2	„ „	14908,9	14908,3	14904,9	14904,3	6707,41	„ „

Energie	Mögl. Fehler in A°	Bemerkung	Wellenlängen im Vakuum nach Rowlands System	Wellenlängen im Vakuum nach dem Internat. System	Wellenlängen in Luft nach Rowlands System	Wellenlängen in Luft nach dem Internat. System	Wellenzahl r	Andere Beobachter
30	± 2	Doppelt!	15010,6	15010,0	15006,6	15006,0	6661,96	Neue Linie!
			15017,4	15016,8	15013,4	15912,8	6658,94	„ „
60	± 2	„	15397,9	15397,3	15393,8	15393,2	6494,39	„ „
			15404,4	15403,8	15400,3	15399,7	6491,65	„ „
40	± 2	Einfach scharf!	15956,2	15955,6	15952,0	15951,4	6267,16	„ „
20	± 2	„ „	16799,5	16798,9	16795,0	16794,4	5952,56	„ „
15	± 2	„ „	17576,6	17575,9	17571,9	17571,2	5689,38	„ „
30	± 2	„ „	21566,9	21566,1	21561,2	21560,4	4636,73	„ „
20	± 3	Doppelt!	21903,9	21903,1	21898,2	21897,4	4565,40	„ „
20	± 3	Einfach scharf!	22245,8	22245,0	22239,9	22239,1	4495,23	„ „
60	± 2	Doppelt!	23103,6	23102,8	23097,6	23096,7	4328,32	„ „
			23116,9	23116,0	23110,8	23109,9	4325,84	„ „

Lebenslauf.

Ich wurde geboren am 10. November 1890 zu Ebersbach O/A. Saulgau. Nach Absolvierung der Oberrealschule Ravensburg bezog ich die Technische Hochschule zu Stuttgart, um mich dem Studium der Mathematik und Physik unter Leitung der Professoren Koch, Reuschle, Mehmke zu widmen. Nach drei Semestern bezog ich die Universität Tübingen und hörte dort die Vorlesungen der Professoren v. Brill, v. Vöchting, Paschen, Wislicenus über Mathematik, Botanik, Physik und Chemie. Ich möchte nicht unterlassen, an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer Prof. Dr. Paschen für sein hingebendes Interesse an meiner Arbeit und der steten Bereitwilligkeit, mir die Mittel des Physikalischen Instituts der Universität zur Verfügung zu stellen, zu danken.